

25X1A

**Brenndauerüberwachung**  
.....

Muster 49/1      TUCH 49/1

**Bedienung:**

**Beschreibung und Bedienungsanweisung.**

- Berlin, August 1949 -

- 1 -

## Inhaltsangabe

Seite:

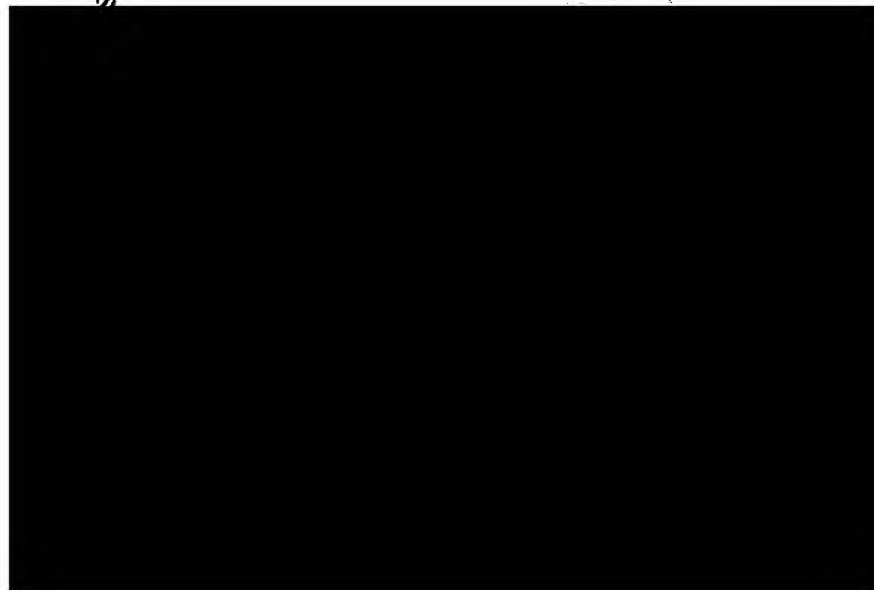
I. Zweck und grundsätzliche Arbeitsweise . . . . .	
II. Schaltung und Aufbau der Brenndauer- Überwachung . . . . .	
1. Schaltung . . . . .	
a) Netzteil . . . . .	
b) Thyatronkreis . . . . .	
c) Zusatzspannung . . . . .	
d) Wandler-Stabilisatorschaltung . . . . .	
e) Ausgangskreis . . . . .	
f) Meldung und Überwachung . . . . .	
2. Aufbau . . . . .	
III. Inbetriebnahme und Bedienungsvorschrift . . . . .	
1. Einschaltung und Abschaltung des Gerätes . . . . .	
2. Auslösung des Gerätes bei einer Kommütierungsstörung . . . . .	
3. Erste Inbetriebnahme . . . . .	
4. Röhren . . . . .	
5. Telegraphierelais . . . . .	
IV. Betriebswerte und ihre Einstellung . . . . .	
a) Netzteil . . . . .	
b) Thyatronkreis . . . . .	
c) Zusatzspannung . . . . .	
d) Wandler-Stabilisatorschaltung . . . . .	
e) Ausgangskreis . . . . .	
f) Meldung und Überwachung . . . . .	
V. Prüfung des Gerätes . . . . .	
VI. Schlusswort . . . . .	

- II -

A n l a g e n .

Seite:

Verzeichnis der Berichte und Labornotizen .....	
Abb. 1 8 Schaltbild, Zehg.Nr. E/W6-002 . . . . .	
Abb. 2 9 Apparateanordnung, Zehg.Nr. E/10-026 . . . . .	
✓ Abb. 3 1 Foto . . . . .	
✓ Abb. 4 2 Foto . . . . .	
✓ Abb. 5 3 Strom- und Spannungsverhältnisse der Brenndauerüberwachung . . . . .	
✓ Abb. 6 4 Leerlaufkurve des Zwischenwandlers . . . . .	
✓ Abb. 7 5 Osz. Nr. 1 . . . . .	
✓ Abb. 8 6 Osz. Nr. 2 . . . . .	
Abb. 9 7 Ausgangsspannung . . . . .	



X1X

# I. Zweck und grundsätzliche Arbeitsweise.

Die Brenndauerüberwachung hat die Aufgabe, bei Kommutierungsversagern des Wechselrichters einen Steuerimpuls zu liefern, der das parallel zum Wechselrichter liegende Kurzschlussventil zündet. Dadurch wird der Wechselrichterstrom auf diesen Parallelsweig kommutiert und somit eine vollständige Kippung des Wechselrichters verhindert. Der gestörte Wechselrichter wird damit vorübergehend abgetrennt und die Hauptgefäße <sup>werden</sup> vor den Überlastungen des Kippungsstromes geschützt. Das Kabel wird über das Kurzschlussventil in einer Schwingung umgeladen und anschliessend von dem Konstantstromregler wieder hochgefahren. Der Wechselrichter wird dann, falls die Störung nicht mehr besteht, automatisch wieder in Betrieb gehen. Die Betriebsunterbrechung beträgt nach Versuchen an der Modellanlage weniger als 200 ms. Erfolgt unmittelbar nach der Inbetriebnahme des Wechselrichters wiederum ein Kommutierungsversager, so wird es sich meist um eine dauernde Störung handeln (z.B. Störung im Steuerschrank). Die Brenndauerüberwachung schaltet dann durch Auslösung der Gitterfernabschaltung die Anlage ab. Die Brenndauerüberwachung übernimmt somit 2 Funktionen

- a) Zündung des Kurzschlussventils bei einem Kommutierungsversager
- b) Auslösung der Gitterfernabschaltung falls 2 Kommutierungsversager in kurzem Zeitabstand aufeinander folgen.

Eine Voraussetzung für die Stromübernahme des Kurzschlussventils bei einem Kommutierungsversager ist die unmittelbare Zündung. Die Brenndauerüberwachung muss daher ~~unmittelbar~~ einen Kommutierungsversager verzögerungsfrei erfassen. Als Kriterium für die Kommutierungsverhältnisse wird die Brenndauer der Gefäßströme herangezogen, die durch Wandler im Sekundärkreis der Haupttransformatoren gemessen werden können. Durch Stabilisatoren als Wandlerbürde wird zunächst dieser Strom in eine Spannung konstanter Amplitude verwandelt. Bei einem Kommutierungsversager vergrössert sich die Brenndauer. Der Spannungsblock erweitert sich. ~~Es tritt eine Überlappung mit einer Zusatzspannung steiler Flanke auf, deren~~

-1-

# I. Zweck und grundsätzliche Arbeitsweise.

Die Brenndauerüberwachung hat die Aufgabe, bei Kommutierungsversagern des Wechselrichters einen Steuerimpuls zu liefern, der das parallel zum Wechselrichter liegende Kurzschlussventil zündet. Dadurch wird der Wechselrichterstrom auf diesen Parallelzweig kommutiert und somit eine vollständige Kippung des Wechselrichters verhindert. Der gestörte Wechselrichter wird damit vorübergehend abgetrennt und die Hauptgefäße <sup>werden</sup> vor den Überlastungen des Kippungsstromes geschützt. Das Kabel wird über das Kurzschlussventil in einer Schwingung umgeladen und anschliessend von dem Konstantstromregler wieder hochgefahren. Der Wechselrichter wird dann, falls die Störung nicht mehr besteht, automatisch wieder in Betrieb gehen. Die Betriebsunterbrechung beträgt nach Versuchen an der Modellanlage weniger als 200 ms. Erfolgt unmittelbar nach der Inbetriebnahme des Wechselrichters wiederum ein Kommutierungsversager, so wird es sich meist um eine dauernde Störung handeln (z.B. Störung im Steuerschrank). Die Brenndauerüberwachung schaltet dann durch Auslösung der Gitterfernabschaltung die Anlage ab. Die Brenndauerüberwachung übernimmt somit 2 Funktionen

- a) Zündung des Kurzschlussventils bei einem Kommutierungsversager
- b) Auslösung der Gitterfernabschaltung ~~falls~~ falls 2 Kommutierungsversager in kurzem Zeitabstand aufeinander folgen.

Eine Voraussetzung für die Stromübernahme des Kurzschlussventils bei einem Kommutierungsversager ist die unmittelbare Zündung. Die Brenndauerüberwachung muss daher ~~verzögerungsfrei~~ einen Kommutierungsversager verzögerungsfrei erfassen. Als Kriterium für die Kommutierungsverhältnisse wird die Brenndauer der Gefäßströme herangezogen, die durch Wandler im Sekundärkreis der Haupttransformatoren gemessen werden können. Durch Stabilisatoren als Wandlerbürde wird zunächst dieser Strom in eine Spannung konstanter Amplitude verwandelt. Bei einem Kommutierungsversager vergrössert sich die Brenndauer. Der Spannungsblock <sup>erweitert</sup> erweitert sich. ~~Es tritt~~ Es tritt eine Überlappung mit einer Zusatzspannung steiler Flanke auf, deren

Anstieg einige Grade vor dem Phasenschnittpunkt beginnt. Bei den Spannungen liegen im Gitterkreis einer Thyatronschaltung und führen nun, da sie sich infolge der Überlappung summieren, zur Zündung. Der Stromstoss des Thyatrons liefert den Zündimpuls für die Röhrensteuerung des Kurzschlussventils und den Auslöseimpuls für die Gitterfernabschaltung. Durch Zwischenschaltung eines besonderen Zeitgliedes in dem Gerät der Gitterfernabschaltung wird erst der zweite Impuls wirksam (~~s. Schaltschaltung~~ *schaltung Gitterfernabschaltung 49/1*)

### III Schaltung und Aufbau der Brenndauerüberwachung. -----

#### 1. Schaltung.

Die nachfolgend beschriebene Schaltung des Gerätes geht aus dem Schaltbild E/W 6-002 hervor. Die Verbindung der äusseren Anschlüsse des Gerätes zeigt das Schaltbild ~~E/W~~ E 10/016.

Die Brenndauerüberwachung soll die Kommutierungsvorgänge aller Gefässe erfassen und muss daher sechsphasig ausgeführt sein. Die Schaltung ist dabei so gewählt, dass von den 6 Phasen immer 2 gegenphasige Systeme zu einer Einheit zusammengefasst sind. Man erhält so ~~erst~~ 3 zweiphasige Systeme, die um  $120^\circ$  gegeneinander versetzt, sonst aber vollständig gleich aufgebaut sind. Diese Systeme enthalten den Anodentransformator, die Thyatrons, ~~und~~ den Gitterkreis ausschliesslich der negativen Vorspannung, die für alle 6 Gefässe gemeinsam ist, und die Heizung. Die zweiphasigen Einheiten sind in obigem Schaltbild mit I, II, III bezeichnet.

Die Gesamtschaltung lässt sich ~~zusammensetzen~~ in einzelnen Baugruppen unterteilen, und zwar in:

- Netzteil (Anodenspannung, Vorspannung, Heizung)
- Thyatronkreis
- Zusatzspannung
- Wandler-Stabilisatorschaltung
- Ausgangskreis
- Meldung und Überwachung.

Die Schaltung soll an Hand der Baugruppen nachfolgend beschrieben werden:



- 3 -

a) Netzteil.

Der Netzteil liefert die Anodenspannung, negative Vorspannung und Heizspannung für die Thyratrons Pos.2/1..2/6.

Die Anodenspannung für die sechsphasige Schaltung wird den drei Netztransformatoren Pos. 1/1..1/3 entnommen, die in Dreieck an der verketteten Netzspannung von 380 V liegen.

Die Sekundärspannung wird durch Glühlampen Pos.29/12..29/14 (Vorwiderstand Pos.30/13..30/14) signalisiert und die Primärspannung durch ein Relais Pos.34/3 überwacht. In zwei Primärzuleitungen liegen Arbeitskontakte des Zeitrelais Pos.33. Dieses wird seinerseits durch Relais geschaltet, die im Heizkreis bzw. an der negativen Vorspannung liegen. Die Thyratrons liegen also nur dann anodenseitig an Spannung, wenn der

Heizkreis und die negative Vorspannung normal arbeiten. Bei Einschaltung des Gerätes wird die Anodenspannung dann verzögert zugeschaltet.

Zu dem Netzgerät der negativen Vorspannung gehören u.a. der Netztransformator Pos.24, die Trockengleichrichter Pos.25 in zweiphasiger Graetzschaltung und die Siebmittel Pos.26/1,26/2 und 27. Mittels des Potentiometers Pos.28 kann die negative Vorspannung auf den gewünschten Wert eingestellt und an dem Voltmeter Pos.38 abgelesen werden. Die Glühlampe Pos.29/1 (Vorwiderstand Pos.30/1) zeigt die Spannung an. Das Relais Pos.31 überwacht die Gleichspannung des Netzgerätes und schaltet über das Zeitrelais den Anodenspannungskreis.

Die Heizung erfolgt für je 2 Thyratrons gemeinsam von einem Heiztransformator Pos. 3/1..3/3. Die Überwachung der Heizkreise wird durch 2 Relais Pos.4/1<sup>4/2</sup> vorgenommen, die über Wandler in Differentialschaltung an den Sekundärkreis angeschlossen sind, und ebenfalls auf das Zeitrelais Pos. 33 arbeiten.

Die Transformatoren des Netzteils sind primärseitig über den Paketschalter Pos.22/2 und Sicherungen Pos.23/2 an die 380 V-Netzspannung (40 kVA-Synchron-Synchron-Umformer) angeschlossen. (Klemmen 1..3).

b) Thyratronkreis.

Von den 6 Thyatronen Pos. 2/1..2/6 ist jeder Phase der Brückenschaltung ein Rohr zugeteilt.

Der Thyatronkreis übernimmt die Funktion eines trägheitslosen Relais und gibt bei Zündung infolge eines Kommutierungsversagers einen Spannungsimpuls auf den Ausgangstransformator Pos.8. Die Anodenspannungen der Thyatronen werden den Transformatoren Pos.3/1..1/3 entnommen. In der Anodenzuleitung liegt die Wicklung eines Relais Pos.42/1..42/6 parallel zu einem Widerstand Pos.45/1..45/6 zur Signalisierung der Auslösung. Der Gitterkreis besteht u.a. aus dem Gitterkondensator Pos.6/1..6/6 mit dem Gitterwiderstand Pos.7/1..7/6, Ausserdem ist noch eine Prüftaste Pos.36/1..36/6 zur ~~Zündung~~ Zündung des Thyatronen bei Prüfung des Gerätes vorgesehen. Eine Löschaste ist nicht erforderlich, da die Speisung des Thyatronen mit Wechselspannung erfolgt. Für oszillographische Untersuchungen und Messungen sind Messklemmen 9..21 im Gitter- und Anodenkreis vorgesehen.

a) Zusatzspannung.

Der Baustein "Zusatzspannung" hat die Aufgabe, einen Spannungsimpuls grosser Flankensteilheit zu liefern, der in den Gitterkreis der Thyatronen Pos.2/1..2/6 eingefügt wird und unmittelbar vor dem Phasenschnittpunkt einsetzt. Diese steile Zusatzspannung wird durch eine Mu-Drossel-Schaltung erzeugt. Diese besteht aus der Serienschaltung einer Drosselspule mit scharfem Sättigungsknick (Mu-Metall und einen Widerstand Pos.20/1..20/6) an dem die Spannung abgegriffen wird. Die Drosselspule ist zur Linearisierung der Impulsflanke mit einem Kondensator Pos.19/1..19/6 überbrückt. Die Speisung der Mu-Drossel-Schaltung erfolgt durch Transformatoren Pos.17/1..17/6, die über den Drehregler Pos.21, den Schalter Pos.22/1 und Sicherungen Pos.23/1 am 380 V-Netz (3 kVA-Synchron-Synchron-Umformer) angeschlossen sind (Klemmen 4,5,6). Der Drehregler gestattet die phasenrichtige Einstellung der Zusatzspannung. Hierdurch wird der Mindestlöschwinkel festgelegt, dessen Unterschreitung zum Ansprechen der Brenndauerüberwachung führt (Ansprechlöschwinkel). Die Spannung hinter dem Drehregler wird durch eine Glühlampe



Pos.29/2 (Vorwiderstand Pos.30/2) und 2 Relais Pos.34/1 und 34/2 überwacht. Je Bauteil sind am Ausgang 2 Messklemmen vorgesehen (~~23,24,29,28,30,31,36,35,37,38,43,42~~) ~~XXXXX~~ (23,24, 29,28, 30,31, 36,35, 37,38, 43,42.)

d) Wandler-Stabilisatorschaltung..

Die Wandler-Stabilisatorschaltung ist das Auslöseglied der Brenndauerüberwachung und wird an die Hauptwandler angekoppelt. Die Wandler-Stabilisatorschaltung hat insbesondere die Aufgabe, die Transformatorströme den Erfordernissen des Gitterkreises der Thyratrons anzupassen. Sie formt die Sekundärströme des Haupttransformators in rechteckige Spannungsblöcke konstanter stromunabhängiger Amplitude um. Die Breite der Spannungsblöcke entspricht der Brenndauer der Hauptgefäße und deren rückwärtige Flanke ist praktisch mit dem Löschozeitpunkt des entsprechenden Gerätes identisch. Die Zwischenwandler Pos.12/1..12/6 sind primärseitig an die Hauptstromwandler auf der Sekundärseite der Leistungstransformatoren angekoppelt (Klemmen 11..16). Phasenmässig liegen die

Wandler	12/1	an Phase	R-O	(System	I)
"	12/2	"	"	S-O	( " II)
"	12/3	"	"	T-O	( " III).

Auf der Sekundärseite der Wandler liegen die Stabilisatoren Pos.13/1..13/6 als Wandlerbürde. 2 Strecken der Stabilisatoren sind kurzgeschlossen, <sup>(S<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>)</sup> da nur eine Spannung von 2 Glühstrecken im Gitterkreis benötigt wird. Die Zündwiderstände Pos.41/1..41/6 erleichtern die Zündung des Stabilisators und setzen die Zündspitze herab. Die Strommesser Pos.16/1..16/3 können mittels des Umschalters Pos.16 auf den Plus- oder Minuswandler gelegt werden. <sup>xx)</sup> Messklemmen auf der Primärseite (44..49) und auf der Sekundärseite (24..28, 31..35, 38..42) nebst Messwiderständen Pos.50/1..50/3, Pos. 14/1..5 ermöglichen Messungen und oszillographische Untersuchungen zur Prüfung des Gerätes. Der Eingang der Stromwandler kann ebenfalls zum Prüfzwecken mittels des Schalters Pos.49/1 überbrückt und damit die Brenndauerüberwachung unwirksam gemacht werden (Stellung "Betrieb" und "Prüfen. IV...")

xx) Spannungsmessung über die Halbleitern ist ein Grundprinzip der Halbleiterschaltung, die über die vorgeschalteten Strommessung. Die Spannung der Halbleitern ist abhängig von der Strommessung. Die Halbleitern ist abhängig von der Strommessung. Die Halbleitern ist abhängig von der Strommessung.

Pos. 23  
34

25 X



408820

25 X 1X



e) Ausgangskreis.

Der Ausgangskreis enthält die Ankopplungsglieder zum Steuerkreis des Kurzschlussventils und zur Gitterfernabschaltung. Bei Auslösung der Brenndauerüberwachung und Zündung eines Thyratrons tritt am Potentiometer Pos.9 im Kathodenkreis ein Spannungsimpuls auf, der kapazitiv über Pos.10 auf den Ausgangstransformator Pos.8 übertragen wird. Von den drei Sekundärwicklungen des Ausgangstransformators sind nur 2 Wicklungen aussen angeschaltet. Die obere Wicklung (Klemme 1, 2) führt zur Steuerung des Kurzschlussventils und die untere (Klemme 5,6) zur Gitterfernabschaltung. Die Schalter Pos.32/1..32/3 ermöglichen eine Abtrennung <sup>des Ausgangs</sup> zur Prüfung des Gerätes. Der Ausgangstransformator ist sekundärseitig mit einem Widerstand Pos.11 vorbelastet, um definierte Spannungsverhältnisse auch bei Prüfung (Ausgang abgetrennt) zu erreichen. Der <sup>Anoden</sup> ~~Kathoden~~strom bei Prüfung und Dauerzündung, z.B. mittels Prüftaste) kann am Strommesser Pos.37 abgelesen werden. Messklemmen sind auf der Sekundärseite des Ausgangstransformators (1....5) und auch auf der Primärseite (7,8) vorgesehen.

f) Meldung und Überwachung.

Die Melde- und Überwachungseinrichtungen sollen den Betriebszustand der Brenndauerüberwachung signalisieren. Es werden die Betriebsbereitschaft und das Ansprechen des Gerätes überwacht und gemeldet. Der Anschluss der hierfür vorgesehenen Relais und Lampen erfolgte entweder an die zu überwachenden Spannungen (bzw. Ströme) oder an die 220 Gleichspannung über die Klemmen 7,8. An Einzelmeldungen sind vorgesehen:

Signalisierung der Anodenspannung. Lampen Pos.29/12 ~~12~~ 29/14,  
(Vorwiderstand Pos.30/12... 30/14)

Signalisierung der Vorspannung. Lampe Pos.29/1  
(Vorwiderstand Pos.30/1)

~~Signalisierung der Vorspannung.~~

Signalisierung der Drehreglerapannung. Lampe Pos. <sup>2</sup>29/2  
(Vorwiderstand Pos. 30/2)

Signalisierung des Heizkreises. Bei dem Ausfall eines Rohres spricht das Relais Pos. 4/1 bzw. Pos. 4/2 an. Lampen Pos. 29/4, 29,5 (Vorwiderstand Pos. 30/4, ~~30/5~~ 30/5).

Die Glimmlampe Pos. 29/3 (Vorwiderstand Pos. 30/3) umfasst als gesamte Betriebsbereitschaftsmeldung:

die Stellung des eingangseitigen Schalters Pos. 49  
(Stellung "Betrieb")

die Stellung der ausgangseitigen Schalter Pos. 32/1..32/3  
(Stellung "Betrieb")

die Sekundärspannung des Drehreglers Pos. 21 über die Relaiskontakte von Pos. 34/1, 34/2,

die Anodenspannung der Thyratrons mit dem Relaiskontakt von Pos. 34/3. Damit wird indirekt auch die negative Vorspannung und Heizung erfasst, da die Anodenspannung über das Zeitrelais Pos. 33 zugeschaltet wird und dieses wiederum über die Kontakte der Relais Pos. 31 (Negative Vorspannung sowie Pos. 4/1, 4/2 (Heizung) an die Netzspannung gelegt wird.

Die Betriebsbereitschaftsmeldung der Lampe Pos. 29/3 wird über die Klemme... <sup>9</sup>... auch zur Warte gegeben.

Das Ansprechen der Brenndauerüberwachung wird durch Lampen Pos. 29/6..29/11 signalisiert, die den 6 Phasen zugeordnet sind. Man kann somit Kommutierungsversager in jeder Phase getrennt signalisieren. Die Auslösung der Meldung erfolgt durch Telegraphierelais Pos. 42/1..42/6. Diese Relais liegen im Normalbetrieb durch die Wicklung 4/1 (Vorwiderstände Pos. 44/1..44/6) in Z an. Zündet infolge einer Brenndauerüberschreitung ein Thyatron, so wird durch die Wicklung 9/10 im Anodenkreis der Relaiskontakt nach T umgelegt. Dadurch wird <sup>die bisher kurzgeschlossene</sup> die bisher kurzgeschlossene Glimmlampe Pos. 29/6..29/11 (Vorwiderstände Pos. 30/8..30/11)

an Spannung gelegt. Gleichzeitig wird auch die Wicklung 12/13 des Relais freigegeben, die die Umschaltung des Relais nach T unterstützt und nach Verlöschen des Anodenstromes das Relais in dieser Lage festhält. Die Rückstellung erfolgt mittels der Taste Pos.36/7 (Vorwiderstand Pos.43) über die Wicklung 7/8. Das Ansprechen der Relais wird über den T-Kontakt ebenfalls zur Warte gemeldet (Klemme 10).

## 2. Aufbau.

Das gesamte Gerät ist in einen Schrank untergebracht. Die Anordnung der Apparate ist aus der Zeich. Zchg. Z/10-026 und den Fotos Abb. 3.4. ersichtlich. Die Montage erfolgte auf der Vorder- und Rückseite einer Isolierplatte. Alle für den Betrieb wichtigen Teile sind auf der Vorderseite untergebracht bzw. von vorne zugänglich. Die zu- und abgehenden Leitungen sind unten an eine Klemmleiste geführt und gehen von dort zu den Schaltern Pos. 22/2, 22/1, 49, 32/3, 32/2, 32/1. Die Apparate der einzelnen Baugruppen sind so angeordnet, dass sich Transformatoren, Drosseln, Kondensatoren, Trockengleichrichter im wesentlichen auf der unteren Hälfte untergebracht sind, und zwar jede Baugruppe über dem betreffenden Schalter. Der obere Teil der Tafel enthält Röhren, Potentiometer, Messinstrumente, Signallampen, Druckknöpfe und Telegraphierelais. Auf der unteren Hälfte liegt, von vorne gesehen, rechts der "Netzteil" (Schalter Pos.22/2). Dann folgen die Baugruppen "Zusatzspannung" (Schalter Pos.22/1), "Wandler-Stabilisatorschaltung" (Schalter Pos.49) und der "Ausgangskreis" (Schalter Pos.32/3..32/1). Die Knebel der Paketschalter (Pos.22/1..22/2 und Pos.32/1..32/3) sind so angebracht, dass in der senkrechten Stellung die betreffenden Baugruppen durchgeschaltet und in der waagerechten Stellung abgetrennt sind. Dementsprechend sind die Schalter in der Senkrechten Stellung mit "Ein" und "Betrieb" und in der waagerechten Stellung mit "Prüfen" beschriftet. Unter den Schaltern befinden sich die dazugehörigen Sicherungen und Messklemmen des primären Wandlerkreises und des Ausgangskreises. Auf dem Boden des Schrankes ist der Drehregler Pos.21



-9-

der Zusatzspannung untergebracht. Rechtsdrehung des Knebels ergibt Linksdrehung des Läufers und Verstellung des Zusatzimpulses in nachteilendem Sinn (Verkleinerung des Ansprechlöschwinkels). Der Phasenwinkel  $\alpha$  der Flanke der Zusatzspannung, auf den Phasenschnittpunkt bezogen, kann auf der inneren Skala abgelesen werden.

Die räumliche Aufteilung auf dem oberen Teil der Tafel ist entsprechend dem Schaltbild E/W6-002 so erfolgt, dass die linken Röhren dem Zweiphasensystem der Phase R, die mittleren das System der Phase S und die rechten das System der Phase T zugeordnet sind. Sinngemäss wird auch alle anderen Teile, wie Relais, Messinstrumente, Prüftasten usw. angeordnet. Die Kennzeichnung der Phasenzugehörigkeit ist durch die Beschriftung an jedem Rohr kenntlich gemacht (R+, R-, S+, S-, T+, T-).

Unter dem Thyatron Pos. 2/1..2/6 liegen die dazugehörigen Stabilisatoren Pos. 13/1..13/6. Vor der endgültigen Inbetriebnahme sind die Stabilisatoren noch mit Halterungen zu versehen. Es sind dies mit Asbest umwickelte Ringe, die auf den Kopf des Stabils aufgesetzt werden und durch Zugfedern die Stabilisatoren fest in ihre Sockel drücken.

Unterhalb der Stabilisatoren befinden sich die Telegraphierelais Pos. 42/1..42/6 für die Ansprechmeldung nebst Prüftasten Pos. 36/1..36/6 der Thyatronen. Anschliessend folgen die Messklemmen des Gitter- und Anodenkreises und die Strommesser Pos. 16/1..16/3 der Stabilisatoren nebst Umschalter Pos. 15. In der linken Stellung des Umschalters werden jeweils die Ströme der linken Stabilisatoren eines Zweiphasensystems gemessen (R+, S+, T+) und in der rechten Stellung die rechten (R-, S-, T-). In der Mittelstellung sind die Messinstrumente abgeschaltet. Rechts vom Schalter Pos. 15 liegt das Potentiometer Pos. 28 zur Einstellung der negativen Vorspannung. Das dazugehörige Voltmeter Pos. 38 befindet sich über dem Potentiometer in Höhe der Signallampen. Hier ist ebenfalls der Strommesser Pos. 38 in <sup>37</sup> ~~Kathodenkreis~~ <sup>Anodenkreis</sup> der Thyatronen untergebracht.

10 -

Von den Meldelampen oberhalb der Thyratrons zeigen die beiden äusseren der unteren Reihe immer das Ansprechen des betreffenden Thyratrons ~~XXXXXX~~ (Pos.29/6..29/11 "angesprochen") an. Die mittlere Lampe (Pos.29/12..29/14) überwacht die "Anodenspannung". In der oberen Reihe liegen die Lampen

Pos.29/1	"Vorspannung"
Pos.29/4 29/5	"Heizung" (leuchten bei Ausfall der Heizung)
Pos.29/2	"Zusatzspannung"
Pos.29/3	"betriebsbereit"

### III. Inbetriebnahme und Bedienungsvorschrift.

#### 1. Einschaltung und Abschaltung des Gerätes.

Die Inbetriebnahme des Gerätes erfolgt von der Warte aus durch Zuschalten der 380 V-Drehstromspannung für den Netzteil (40 kVA-Synchron-Synchron-Umformer) und den Drehregler der Zusatzspannung (3 kVA-Synchron-Synchron-Umformer) und der 220 V-Gleichspannung für die Signalisierung. Die Schalter Pos.22/2 und Pos.22/1 sind normalerweise dauernd eingeschaltet. Nunmehr brennen die Lampen Pos.29/2("Zusatzspannung"). Ferner sprechen die zugehörigen Relais Pos.31, Pos.34/1 und Pos.34/2 an. Im Gitterkreis der Thyratrons liegt nun bereits die negative Vorspannung, so dass dieses mit Sicherheit gesperrt ist und die positive Zusatzspannung. Die Heizung der Thyratrons ist über die Transformatoren Pos.3/1..3/3 ebenfalls eingeschaltet. Die Relais Pos.4/1 sind bei ordnungsgemäßen Betrieb der Heizkreise spannungslos und die Lampen Pos.29/4, 29/5 "Heizung" folglich dunkel. Somit sind auch die Ruhekontakte der Relais im Stromkreis des Zeitrelais (Pos.33) geschlossen und dieses liegt daher an der Netzspannung, da auch ~~Relais~~ das Relais der Vorspannung Pos.31 angesprochen hat. Nach Ablauf des Zeitrelais (5 min) werden zwei Kontakte in der Netzzuleitung der Anodentransformatoren Pos.1/1..1/3 geschlossen und die Thyratrons liegen nun auch anodenseitig an Spannung. Damit erhält auch

-11-

das Relais Pos.34/<sup>3</sup> Spannung und schliesst einen Kontakt im Lampenkreis der Betriebsbereitschaftsmeldung (Pos.39/3). Ausserdem brennen jetzt auch die Lampen Pos.29/12..29/14 ("Anodenspannung"). Sind nun die eingangs- und ausgangs-seitigen Schalter Pos.49, 32/1..32/3 in Stellung "Betrieb", so ist das Gerät betriebsbereit. Die entsprechenden Kontakte dieser Schalter sind daher in die Betriebsbereitschaftsmeldung mit einbezogen. Sind alle Bedingungen der Betriebsbereitschaftsmeldung erfüllt, so brennt die Lampe Pos.29/3. Diese Meldung wird über die Klemme ..<sup>9</sup>... auch zur Warte gegeben. Die Lampen Pos.29/6..29/11 der Ansprechmeldung brennen normalerweise nicht, andernfalls muss über den Druckknopf Pos.36/7 eine Rückholung vorgenommen werden. Die Anzeige des Messgerätes im Anodenkreis ist Null. Die negative Vorspannung kann am Voltmeter Pos.38 nochmals kontrolliert werden.

Wird nun die Anlage in Betrieb genommen, so können an den Instrumenten Pos.16/1..16/3 die sekundären Wandlerströme *überprüft* werden.

## 2. <sup>Lösung</sup> Auslieferung des Gerätes bei einer Kommutierungsstörung.

Die Verbreiterung der Brenndauer infolge einer Kommutierungsstörung führt zu einer Überlappung der Zusatzspannung und der Stabilisatorspannung. Die Summe der Spannungen führt zur Zündung des Thyratrons. Der Zündstoss wird über den Ausgangstransformator Pos.8 auf die Röhrensteuerung des Kurzschlussventils (Steuerschrank) und die Gitterfernabschaltung weitergeleitet. Das Thyatron erlischt nach dem Nulldurchgang des Stromes wieder.

12

Das betreffende Relais im Anodenkreis (Pos. 42/1.- 42/6) spricht an und ~~legt die~~ <sup>schaltet die</sup> Signallampe Pos. 29/6..29/11 ~~an~~ <sup>auf</sup> Spannung. Gleichzeitig erfolgt eine ~~Induktion~~ <sup>Induktion</sup> zur Taste (Klemme 10), über die Taste Pos. 36/2<sup>7</sup> wird <sup>die</sup> Rückstellung des Relais vorgenommen.

Nach der Zündung des Kurzschlussventils durch die Brenndauerüberwachung wird die Anlage von der Gleichrichterseite mittels des Konstantstromreglers wieder hochgefahren. Da die Brenndauerüberwachung nach dem Ansprechen sofort wieder betriebsbereit ist, würde nun bei dem Auftreten eines <sup>nachfolgenden</sup> zweiten Kommutierungsversagers die Brenndauerüberwachung wiederum auslösen. Das Kurzschlussventil zündet nochmals. Die Gitterfernabschaltung erhält ebenfalls wieder einen Impuls, der aber nun nicht mehr abgeriegelt sondern durch einen Zeitkreis an das Gitter des Thyratrons weitergegeben wird (s. Anweisung Gitterfernabschaltung) ~~aus~~ <sup>an</sup> und die Gitterfernabschaltung zum Ansprechen bringt. Damit wird die Anlage abgeschaltet.

### 3. Erst Inbetriebnahme.

Bei der ersten Inbetriebnahme wird man nach der Kontrolle und Einstellung der Betriebswerte entsprechend Abschnitt IV noch eine kurze Prüfung des Gerätes vornehmen. Bei abgeschaltetem Ausgang ~~ist~~ <sup>32/1...32/6</sup> (Schalter Pos. 32/1 in Stellung "Prüfen I, II, III") wird nach die Zündung der Thyratrons mittels der Prüftasten Pos. 36/1...36/6 vornehmen und den Strom im Instrument Pos. 37 ablesen. ~~Lesgleichen~~ <sup>Verringern</sup> ~~muss~~ <sup>Vorspannung</sup> die Röhren bei einer ~~Verringern~~ <sup>Vorspannung</sup> der negativen ~~Vorspannung~~ <sup>Vorspannung</sup> auf rd. 140...160 V zünden, da dann der Scheitelwert der Zusatzspannung bereits die Zündspannung erreicht. Verringert man die negative Vorspannung ~~hat~~ <sup>bis</sup> auf 100 V so wird, wie bei einem Kommutierungsversager, die ~~Flanke~~ <sup>ausgangsseitigen</sup> der Zusatzspannung die Thyratrons zünden. Bei Stellung 139/Schalters 32/1 auf "Betrieb" muss die Steuerung des Kurzschlussventils ausgetestet werden (Kurzschlussventil anodenseitig abgetrennt). Ausserdem muss bei Stellung "Betrieb" des

- 13 -

schalters Pos.32/3 die Gitterfernabschaltung ansprechen, da der Impuls in jeder Periode kommt. Ist die Anlage in Betrieb so besteht die Möglichkeit durch Verstellung des Drehreglers im Sinne einer Ververlegung der Zusatzspannung eine Überlappung der Stabi-Spannung und der Zusatzspannung zu erreichen, damit die Thyratrons ~~zu~~ zünden. Durch Kurzschliessen der Stabilisatoren von je 2 Systemen z.B. System I. II an der Messklemmen 24, 25, 27, 28 und 31, 32, 34, 35 kann man dann jedes System getrennt überprüfen.

#### 1. Röhren

Bei den Thyratron Pos.40 ist zu beachten, dass die Heizspannungstoleranz von  $\pm 3\%$  eingehalten wird. Andernfalls ist der Heiztransformator Pos.60 primär an eine andere Anzapfung zu legen. Thyratrons sind verhältnismässig temperaturempfindlich. Das Rohr darf daher keine kalten Luftströmungen ausgesetzt sein, da sich sonst die Zündverhältnisse verschlechtern und durch Kondensation von Quecksilber an der Kolbenwandung störende Effekte auftreten können. Die Mindestlebensdauer der verwendeten Thyratrons (Type 6X4 1000/2/6) beträgt rd. 2000 Stunden. Betriebserfahrungen mit Relaisthyratronschaltungen über längere Zeiträume liegen nicht vor. Man wird daher in Zeiträumen von rund 500 Betriebsstunden eine kurze Prüfung des Gerätes vornehmen (s. Abb. V) und gegebenenfalls das Thyratron auswechseln. Nähere technische Angaben über diese Röhren sind den GSW-Platlinien zu entnehmen.

~~Die Lebensdauer der Verstärkerrohre Pos.41 beträgt rd. 5000 Std. Nach dieser Zeit muss das Rohr ausgewechselt werden. Die Grösse des Röhrestromes und des Anodenstromes bei Betätigung der Prüftaste gibt einen Anhalt über den Betriebszustand des Relais.~~

### 5. Telegraphierelais.

Die verwendeten Telegraphierelais sind normale Betriebsrelais der Fernschreibtechnik. Wartung und Justierung sind aus den entsprechenden Betriebsanweisungen der Firma S & H zu entnehmen.

### IV. Betriebswerte und ihre Einstellung.

Die im folgenden angeführten Werte haben sich bei der Prüfung des Gerätes an der Modellanlage ergeben. Die einzelnen Baugruppen sollen der Reihe nach behandelt werden.

#### a) Netzteil.

Die Netztransformatoren Pos. 1/2 - 1/3 für die Anodenspannung sind primärseitig an die Anzapfung <sup>1/2</sup> geschaltet. Bei einer Netzspannung von

230 V

ergibt sich dann im Leerlauf eine Sekundärspannung von

2 x 130 V

Werden die Anschlussklemmen 1, 2, 3 so mit dem Drehstromnetz verbunden, dass 1, 2, 3 ein rechteiläufiges System ergibt so haben auch die Anodenspannungen an den Thyatronen die richtige Phasenfolge (R+, S+, T+ <sup>bzw.</sup> R-, S-, T-).

Neben der richtigen Phasenfolge müssen die Anodenspannungen auch eine gewisse Phasenlage zur Zusatzspannung des Gitterkreises aufweisen. Der Gitterimpuls entsteht ja immer durch Anheben der Flanke der Zusatzspannung. Um einen möglichst hohen Spannungsimpuls am Ausgangstransformator Pos. 3 zu erhalten, wird man daher die Phasenlage der Anodenspannung so wählen, dass die Flanke der Zusatzspannung ~~am~~ in der Nähe des positiven Spannungsscheitelwertes der betreffenden Anodenspannung liegt, wie dies auch Abb. 5.1. für die Phase R+ zeigt. Man wird also nach Einstellung der Phase der Zusatzspannung die Anodenspannung entweder durch zyklische Vertauschung der Netzanschlüsse an 1, 2, 3 oder durch Phasenumdrehung



11

F

mittels der Kupplung des 40 kVA. Synchron-Synchron-Transformers die erforderliche Phase einmalig einstellen. Es ist einleuchtend, dass es hier nicht auf grosse Genauigkeiten ankommt. Jedoch ist es zweckmässig, in einem Bereich von etwa  $60^\circ - 100^\circ$  auf den Nulldurchgang bezogen zu bleiben, da sonst verzögert einsetzende Impulse bereits erheblich kleinere Anodenspannungen vorfinden. Diese Verzögerungen können in besonderen Fällen eintreten wenn nämlich bei einem Kommutierungsversagen und kleinem Übertragungsstrom der Strom vor dem Phasenschnittpunkt sehr gering ist bzw. Null wird und erst nach dem Phasenschnittpunkt den für das Arbeiten der Brenndauerüberwachung erforderlichen Wert annimmt. Ausserdem können in diesem Fall auch Durchzündungen unmittelbar nach dem Phasenschnittpunkt erfasst werden. Bei der Prüfung des Gerätes an der Modellanlage lag die Flanke der Zusatzspannung bei

 $102^\circ$ 

Der Augenblickswert der Anodenspannung beträgt an dieser Stelle

130 V.

Die Sekundärspannung des Transformators Pos.24 der negativen Vorspannung (Kl.7,9) beträgt

245 V

(Netzspannung 380 V, primäre Antapfung 0%)

Bei voll aufgedrehten Potentiometer Pos.28 ist die Gleichspannung

- 295 V

Sie ist mittels des Potentiometers in Stufen von rd. 10 V bis auf Null regelbar. Die endgültige Einstellung erfolgte auf

- 240 V

Diese Potentiometerstellung ist durch einen roten Punkt markiert.

Die Scheitelwerte der Stabilisatorspannung und der Zusatzspannung (s. M. 5) betragen in den Bereich positiver Anodenspannung  $\approx 240$  V,

so dass noch eine resultierende Vorspannung von  $\approx 100$  V verbleibt.

Die Heiztransformatoren Pos.3/1..3/3 sind primärseitig an die Anzapfung 0% angeschlossen. (Netzspannung 230 V). Die Heizspannung am Sockel des Thyratrons beträgt bei

Leerlauf 3,4 V

Belastung	3,05 V	2,98 V	3,05 V
(2 Röhren) System	I	System II	System III

Ist der Heizkreis eines Thyratrons unterbrochen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Rohr Pos 2/2 gezogen: System	I	II	III
Heizspannung	3,45 V	2,76 V	3,04 V

Das Relais Pos. 4/1 zieht an und sperrt das Zeitrelais Pos.33

Rohr Pos 2/4 gezogen: System	I	II	III
Heizspannung	2,8 V	3,6 V	2,92 V

Die Relais Pos. 4/2 ziehen an und sperren das Zeitrelais Pos.33

Rohr Pos.2/6 gezogen: System:	I	II	III
Heizspannung:	3,04 V	2,76 V	3,45 V

Das Relais Pos 4/2 zieht an und sperrt das Zeitrelais Pos.33.

Die Spannung an den Relais Pos 4/1, 4/2 beträgt

80 V

Nach Entfernung des hier nicht benötigten ~~Mitten~~ Kontaktes konnte trotz der geringen Spannung (Sollwert 110 V) ein einwandfreies Ansprechen des Relais erreicht werden.

#### 4. Thyatronkreis.

Eine Zündung der Thyatronz ohne Zusatzspannung und Stabilisatorspannung im Gitterkreis setzt bei allen 6 Röhren ein bei einer negativen Vorspannung von

- 10 V .. - 15 V.

Desgleichen ist eine Zündung mittels der Prüftaste möglich. Dabei beträgt der Strom in Pos.37 etwa

270 mA

- 17 -

Abweichungen bis  $\pm 10^\circ$  wurden gemessen und ergeben sich durch verschiedene Lichtbogenabfälle und Zündensätze der Thyretrons. So zeigte sich aus dem Verlauf der Spannung an den Messklemmen 9/11, 14/21 dass die Zündung

$0^\circ \dots 15^\circ$

nach dem Nulldurchgang der Spannung erfolgt. Die Grösse der Zündverzögerung ist ein Mass für den Zustand der Rohre und soll nicht wesentlich über

$30^\circ$

liegen.

### Zusatzspannung.

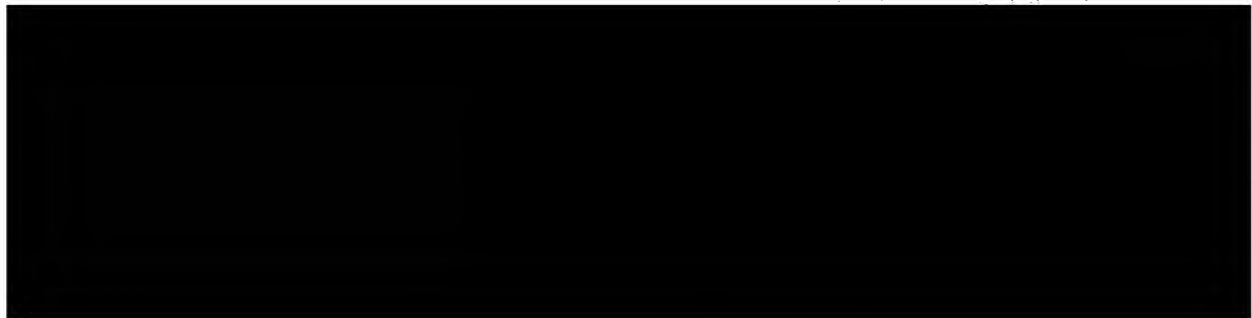
Die Netzspannung für die Drehreglereinspeisung betrug 380 V. Die Klemmen 4,5,6 waren so mit dem Netz verbunden, dass ihre Spannungen ein rechtsläufiges Drehfeld ergaben. Dann stimmt die Phasenfolge der Zusatzspannungen im Zitterkreis der Röhren mit der Phasenfolge der Anodenspannungen überein. Eine Rechtsdrehung des Läufers ergibt dann eine zeitliche Vorverlegung der Zusatzspannung. Die Phasenlage der Zusatzspannung wird man so einstellen, dass die Planke im Phasenschnittpunkt des zugehörigen Kommutierungsvorganges oder was dasselbe ist, in den Nulldurchgang der Sperrspannung des zugehörigen Gefässes liegt. So zeigt Abb. 4 den Verlauf der Zusatzspannung  $R_+$  der an den Klemmen 23,24 gemessen wird.

Die Planke (genauer der  $100^\circ$  Wert; Pkt. A in Abb. 3.) liegt unter dem Phasenschnittpunkt von  $R_+$  und  $S_+$ .

Durch die Phasenlage der Planke der Zusatzspannung ist der ~~anspre~~ Ansprechlöschwinkel der Brenndauerüberwachung bestimmt. Durch Verdrehung der Zusatzspannung mit dem Drehregler in vorstehendem Sinn kann dieser "Ansprechlöschwinkel" eingestellt werden.

X oder ...

25 1X



- 18 -

Praktisch wird man einen Winkel der Zusatzspannung von etwa  $\alpha_2 = 10^\circ \dots 15^\circ$  wählen. Man hat 2 Gründe. Erstens wird man, um die Kommutierungsbedingungen für das Kurzschlussventil insbesondere bei Spannungsschwankungen des Drehstromnetzes zu verbessern, die Auslösung der Brennhauerüberwachung möglichst noch vor dem Phasenschnittpunkt vornehmen (etwa  $5^\circ$ ). D.h. bei einer Phase des Lückwinkels auf  $5^\circ$  soll die Brennhauerüberwachung ausprechen. Zweitens geht infolge des Fehlwinkels des Wandlers der sekundäre Wandlerstrom früher durch Null als der Primärstrom. Diesen Fehlwinkel muss man durch eine zusätzliche Ververlegung des Zusatzimpulses kompensieren.

Drittens ist eine Ververlegung der Zusatzspannung notwendig, wegen der Neigung der rückwärtigen Flanke der Stabilisatorspannung (s. Abb. 13). Innerhalb dieses abfallenden Bereiches liefert der Stabilisator nicht die volle Spannung.

Die Größe der Phasenverschiebung des Zusatzimpulses betrug bei der Prüfung des Gerätes in der Modellanlage

$$\alpha_2 = 10^\circ$$

und konnte auf der inneren Skala des Drehreglers Pos. 21 abgelesen werden. In der Grossanlage hängt dieser Wert wesentlich von der Grösse und Belastung des 100 kV-Zwischenwandlers ab, so dass obiger Wert nur als Anhalt dienen kann <sup>und</sup> späterhin in der Grossanlage u.U. einer gewissen Korrektur bedarf.

Die Sekundärspannung des Drehreglers wurde zu

$$32.7$$

gemessen. (Die Primär- und Sekundärseiten des Drehreglers wurden vertauscht, da sich sekundärseitig infolge der geringen Belastung zu hohe Spannungen ergaben) X

Den Transformatoren Pos 17/1 .. 17/6 wurde sekundärseitig für die <sup>W</sup>-Drosselsteuerung eine Spannung von

$$113$$

-19-

entnommen (Anschl. an 7,3). In ungesättigten Bereich der Drossel Pos. 18/1 fließt bereits ein gewisser Magnetisierungsstrom. Der Spannungsabfall dieser Magnetisierungsstromes an den Widerstand Pos. 20/1...20/6 wird durch eine sinusförmige Gegenspannung kompensiert. Die Gitterleitungen werden zu diesem Zweck an den Abgriff 4 der Sekundärwicklung angeschlossen. Die Kompensationsspannung an 5,4 beträgt

18 V.

Der Anschluss der Drosselspule erfolgte an

1700 Ws.

Es ergibt sich dann z.B. an den Klemmen 23, 24 der in Abb. 7.3. dargestellte Spannungsverlauf. Der Scheitelwert der Spannung beträgt

140 V

entsprechend  $(118 - 13) \sqrt{2}$ . Der Sättigungssprung erfolgt bei

0°

und hat eine Amplitude von rd.

120 V

Der Kondensator Pos. 19/1 erhält die Steilheit im oberen Teil der Flanke (s. Abb. 7.3). Die Messungen ergaben eine Steilheit von rd.

2 V/grad.

~~Minimalschwingung~~

~~Der Anschluss der Drosselspule erfolgte an~~

1700 Ws.

Man legt nun die Phase der Zusatzspannung so, dass sich bei dem Mindestflöschwinkel bereits eine geringe Überlappung der Zusatzspannung und Stabilisatorspannung ergibt, so dass die verbleibende negative Vorspannung von -100 V auf -30 V absinkt.

Bei einem Kommutierungsverzögerer würde dann finden ein Anstieg



- 20 -

der resultierenden Gitterspannung von -80 bis auf etwa 0 V  
entsprechend der Plankensteilheit der Zusatzspannung eine Ver-  
zögerungszeit von rd.

\* 3,5 °

bis zum Ansprechen der Brenndauerüberwachung auftreten.

Um ein exaktes Arbeiten der Brenndauerüberwachung zu gewährleisten  
und die Ansprechwerte (Mindestlöschwinkel) in allen 6 Phasen  
gleichmäßig einstellen zu können, ist eine gute Symmetrie der  
Zusatzspannung erforderlich. Die Messungen ergaben für den 100 V,  
(Punkt ~~3~~ in Abb. 3) Abweichungen von weniger als <sup>(max)</sup>

Die Spannungswerte an der Sprungstelle und im Maximum stimmen  
ebenfalls bis auf

1 - 2 %

überein.

Die Zeitkonstante des Gitterkreises aus Gitterwiderstand und  
Gitterkondensator ist gering, so dass die Zusatzspannungen am  
Gitter nur

1,5°

hinter der Spannung vor dem Gitter nachhinken.

#### Wandler-Stabilisatorschaltung

Die Anschlüsse der Stromwandler wurden entsprechend den Bezeich-  
nungen der Schaltbilder E/W - 002 vorgenommen also

Klemmen	11 - 12	an R - 0
"	13 - 14	" S - 0
"	15 - 16	" T - 0

Das bedeutet, dass bei einem positiven Strom in der Phase R,  
also bei Stromführung des Hauptgefäßes 1+, der Stabilisator-  
strom vom Klemme 24 nach 20 fließt. Die einzelnen Phasen der  
Brenndauerüberwachung sind dann entsprechend den Bezeichnungen  
R+, R- usw. den einzelnen Ästen der Brückenschaltung zugeordnet.

-21-

Die Stabilisatorspannungen und die Zusatzspannungen haben dann die in Abb. 13 für die Phase R+ gezeigte Phasenlage zueinander. Bei der Prüfung des Gerätes wurden die Zwischenwandler des Gerätes durch Wandler gleicher Leistung auf der Sekundärseite der Haupttransformatoren gespeist. Das Übersetzungsverhältnis betrug

5/1 A.

In diesen Wandlerkreis war zeitweise auch die Löschwinkel-messung eingeschleift. Das Übersetzungsverhältnis des Zwischenwandlers im Gerät wurde gemessen zu

1:10.

so dass sich bei Nennlast ein sekundärer Wandlerstrom von ~~100 mA~~

100 mA

Scheitelwert ergibt.

Als Stabilisatoren wurden für die Prüfung 40 mA Typen (StV 280/40) verwendet, da die vorgesehenen 80 mA Typen (StV 280/80) nicht greifbar waren. Dies dürfte jedoch auf den Kurvenverlauf der Stabilisatorspannung keinen Einfluss haben.

In Abb. 14 ist der an den Klemmen 24, 25 oszillographierte Spannungsverlauf am Stab eingetragen, und zwar für einen Gleichstrom von

~~100~~ 5 A ~~und 0,5 A.~~

Die Zündspitzen liegen mit

120 V

verhältnismässig hoch (Normalwert 25..50 V). Sie können jedoch nicht zur Auslösung führen, da in diesem Zeitpunkt die Anodenspannung negativ ist. Die Brennspannung beträgt rd.

140 V.

Am Ende der Kommutierungsdauer sinkt die Stabilisatorspannung ab, da hier bereits die Verluste ~~100 mA~~ und der Magnetisierungs-

strom des Wandlers eine Rolle spielen und den Spannungsverlauf bestimmen. So beträgt z.B. bei Nennstrom von dem Spannungswert 120 V (Punkt B) der Flanke bis zum Nullpunkt der Winkel

5°.

Der Spannungsverlauf am Stabi nach dem Nulldurchgang des Primärstromes ist durch den Ausgleich des Magnetisierungsstromes über die R<sub>0</sub>C-Bürde bestimmt,

Abb. 2.4 zeigt die Leerlaufkurve der Zwischenwandler Pos. 28/1. Diese ergibt bei 140..280 V (entspr. ~~140~~ V Stabi-Spannung; s. Bericht H-203 a "Die Brenndauerüberwachung als Messglied zur Stabilisierung des Wechselrichters") einen Leerlauf von

1,3...1,6%

Dieser Wert ist als ausreichend für die Genauigkeit des Gerätes anzusehen.

Durch die Blindstromaufnahme und die Eisenverluste des Zwischenwandlers tritt nämlich ein Fehlwinkel auf, der sich dadurch bemerkbar macht, dass der Nulldurchgang der Stabilisatorspannung um einige Grade früher liegt als der Nulldurchgang des Sekundärstromes. Vergrößert wird dieser Winkel noch durch den Hauptstromwandler im Transformatorkreis, dessen Verluste und Blindleistung sich zu denen des Zwischenwandlers addieren. Die Messungen zeigten, dass bei Nennlast zwischen dem Nulldurchgang der Stabilisatorspannung und dem Sperrspannungsausfall (gleichbedeutend mit Stromnulldurchgang) des entsprechenden Gefäßes ein Fehlwinkel von

0

bei einem Löschwinkel von 15° auftritt, wenn die Löschwinkel-messung nicht eingeschaltet ist. Mit Löschwinkel-messung vergrößert sich Verluste und Blindleistung des Hauptstromwandlers, so dass sich ein Fehlwinkel von

0

ergibt. In der Grossanlage werden diese Werte geringer sein,

da die Hauptstromwandler höhere Leistung und höhere Klassengenaugkeit aufweisen (120 VA, Kl.1). Der Einfluss der Eisenverluste und des Magnetisierungsstromes äussert sich weiterhin in einem Amplitudenfehler (s. Berichte H-203 ~~2.1.1~~), der bei einem bestimmten Mindestgleichstrom zu einem Abknicken der Stabilisatorspannung an der hinteren Flanke führt. Ausserdem geht hier allerdings noch die Welligkeit des Gleichstromes ein. In der Modellanlage ergab sich dieser kritische Wert bei einem Gleichstrom von

0,5 A (10 %) ~~...~~

ohne Löschwinkel und

1,2 A ( 25 %) ~~...~~

mit Löschwinkelmessung. Auch hier gilt bezügl. der Grossanlage das bereits oben Gesagte.

Legt man den Flankenverlauf der Stabilisatorspannung und der Zusatzspannung entspr. Abb. ~~7.1~~ zu Grunde und rechnet mit einem Fehlwinkel von  $5^\circ$ , so ergibt sich für die Modellanlage eine Winkelverdrehung der Zusatzspannung von

$10..15^\circ$ .

Da in der Grossanlage wegen der bereits erwähnten höheren Leistung der Zwischenwandler die Verhältnisse günstiger liegen werden, kann daher die zweckmässige Einstellung der Zusatzspannung erst in der Grossanlage erfolgen.

#### Ausgangskreis.

Den Verlauf der Ausgangsspannung an den Klemmen 3,4 zeigt Abb. ~~7.5~~. Der positive Scheitelwert ist

430 V

und die negative Ausgleichsspitze

210 V.

Der Widerstand Pos.9 parallel zur Primärwicklung ist dabei auf eingestellt.

267 Ohm

Lässt man nach Abschn. <sup>10</sup>... einen Bereich von  $60^{\circ}$ .. $100^{\circ}$ ,  
bezogen auf den Nulldurchgang der Anodenspannung als Zünd-  
bereich, zu, so liegen die Scheitelwerte der Ausgangsspannun-  
gen zwischen

415..480 V.

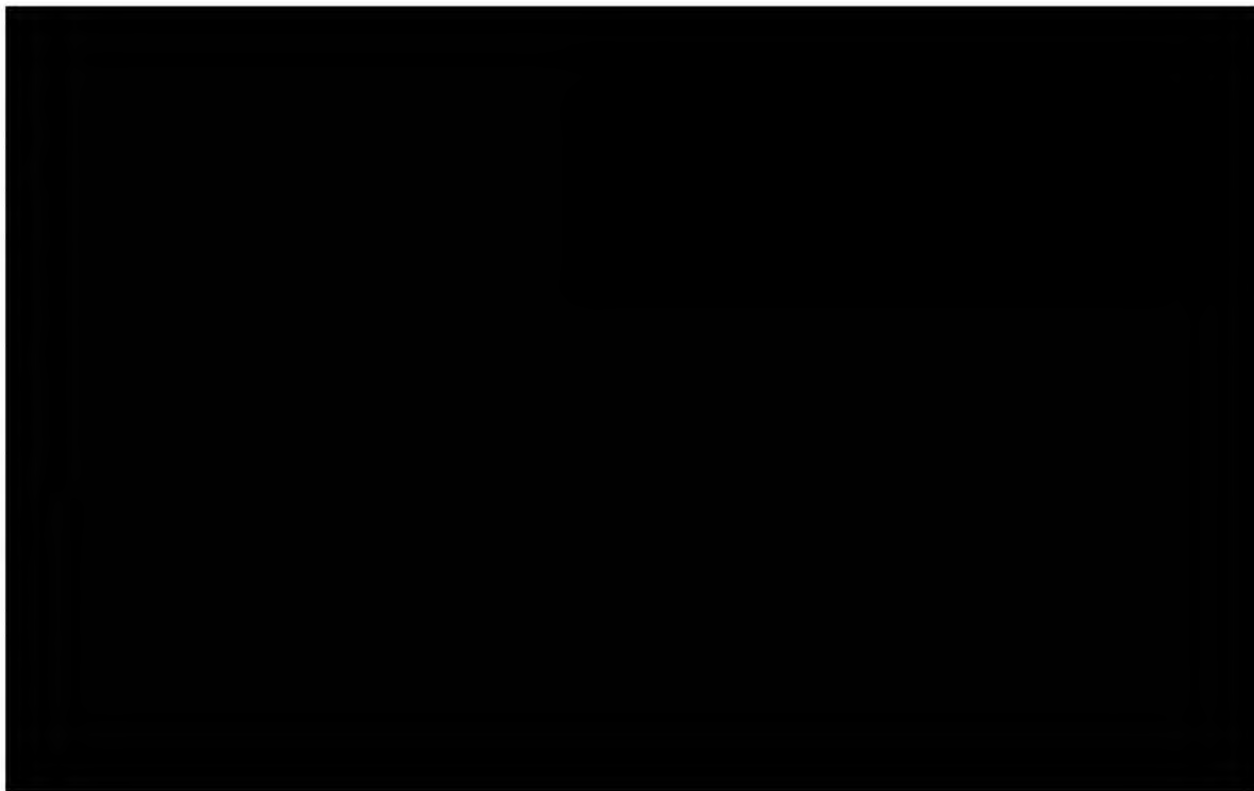
#### 4) Meldung und Überwachung.

Die Telegraphierelais Pos. 42/1..42/6 für die Anzeige der  
Auslösung werden durch die Wicklung 1/4 mit 11 AW(4,4 mA) nach  
Z gehalten. Bei dem Ansprechen tritt im ~~XXXXXX~~ Anodenkreis ein  
Stromscheitelwert von rd. 800 mA. <sup>mit</sup> Hiervon fließen ..... mA  
über das Relais (Wicklung 9/10 ..... AW) und legen den  
Kontakt nach T um. Die Umschaltung wird unterstützt durch  
Freigabe der Wicklung ~~....~~.

Bel Bel  
alt

WLG.

25X1X





-25-

Bei Betätigung des Rückstellknopfes Pos.36/7 wird der Kontakt mit AW (.... mA) der Wicklung 7/8 nach Z zurückgeholt.

#### V. Prüfung des Gerätes.

Es empfiehlt sich, in Abständen von rd.500 Betriebsstunden eine kurze Prüfung des Gerätes vorzunehmen. Diese kann auch während des Übertragungsbetriebes erfolgen. Zu diesem Zweck werden die ausgangsseitigen Schalter Pos.32/1..31/3 in Stellung "Prüfen I. III" gebracht. Die Auslösung kann nun mittels der Prüftasten erfolgen und der Strom am Instrument Pos.37 abgelesen werden. Dieser Strom gibt bereits einen Anhaltspunkt über den Zustand des Thyratrons. Bei der Prüfung ergeben sich

Bei Verringerung der negativen Vorspannung Pos.28 auf rd.

40 V

müssen die Thyratrons ebenfalls zünden. Zweckmässigerweise schliesst man, falls die Anlage in Betrieb ist, die Zwischenwandler Pos.12/1--12/6 mit dem Schalter Pos.49 (Stellung Prüfen IV) kurz. Die Zündung der Thyratrons erfolgt dann im Scheitelpunkt der Zusatzspannung. Verringert man die Vorspannung noch weiter, so verschiebt sich der Zündzeitpunkt immer weiter nach vorne, bis schliesslich bei etwa

120V

die Zündung durch die Flanke der Zusatzspannung erfolgt. Bei der Prüfung des Gerätes in der Modellanlage ergab sich dabei ein Strom wie in Pos.37 von

400 mA.

Bei einer Einzelprüfung jedes Thyratrons kann man ~~entweder~~ <sup>hierbei</sup> entweder die Anodenanschlüsse abklemmen oder die Zusatzspannungen von 5 Thyratrons unwirksam ~~werden lassen~~.

- 26 -

Wird z.B. das Thyatron Pos. 2/1 geprüft, so sind folgende Messklemmen miteinander zu verbinden:

Messklemmen 24-25	System I
27-28	
30-35	System II
v	
37-45	System III.

Sinngemäß ergeben sich die Verbindungen bei Prüfung der übrigen Thyatrons. Der Strom in Pos.37 beträgt hierbei

110 mA.

Nach Einschaltung der ausgangsseitigen Schalter Pos.32/1 und 32/3 kann auch das Ansprechen der Gitterfernabschaltung bzw. des Kurzschlussventils geprüft werden.

Ist die Anlage in Betrieb, so kann man bei geöffnetem Schalter Pos.49 <sup>(Pos. 49)</sup> eine Zündung der Thyatrons auch dadurch vornehmen, dass man mittels des Drehreglers Pos.21 die Zusatzspannung soweit voreilend verschiebt, dass sich Stabi-Spannung und Zusatzspannung überlappen und somit wie bei einem Kommutierungsversager die Zusatzspannung soweit angehoben wird, dass eine Zündung der Thyatrons eintritt.

Bei der kurzen Überprüfung wird man ebenfalls die Arbeitsweise der im Anodenkreis liegenden Relais kontrollieren und auch die Stabilisatorspannung mit den Instrumenten Pos.16/1 ... 16/6<sup>3</sup> messen. Neben der kurzen Überprüfung ist auch eine genauere Kontrolle der Spannungs- und Stromverläufe möglich. Hierfür sind folgende Messklemmen vorgesehen:

Messklemmen: 23..43	Zusatzspannungen und Stabilisatorspannungen
---------------------	---

y	"	15..20/2	Spannungen Gitterkathode vor
		23, 29, 30,	und hinter dem Gitterwiderstand
		36, 37, 33/21	

-27-

Messklemmen: 1...6 Ausgangsspannungen auf der Primär-  
7, 8 ~~seite~~ und Sekundärseite des Ausgangs-  
transformators.

" " 9..14/21 Spannungen Anode-Kathode

" " 44..49 Primärstrom der Zwischenwandler

Im Gerät können folgende Störungen auftreten:

- a) Ausfall der 380 V-Netzspannung (40 kVA-Umformer). Es fallen folgende Relais ab:

Heizrelais	Pos. 4/1..2
Vorspannungsrelais	" 31
Zeitrelais	" 33
Anodenspannungsrelais	" 34/3

Signallampen:

Pos. 29/4..5	"Ein" (Heizung)
" 29/1	"Aus" (Vorspannung)
" 29/12..14	"Aus" (Anodenspannung)
" 29/3	"Aus" (betriebsbereit), entspr. Meldung zur Warte).

- b) Ausfall der Heizung eines Rohres. Es fallen folgende Relais ab:

Heizrelais	Pos. 4/1 oder 4/2 bzw. beide
Zeitrelais	" 33
Anodenspannungsrelais	" 34/3

Signallampen:

Pos. 49/4 oder 49/5 bzw. beide	"Ein" (Heizung)
Pos. 29/12..29/14	"Aus" (Anodenspannung)
Pos. 29/3	"Aus" (betriebsbereit, entspr. Meldung zur Warte).

-28-

c) Ausfall der Vorspannung: ~~Es~~ Folgende Relais fallen ab:

Vorspannungsrelais	Pos.31
Zeitrelais	" 33
Anodenspannungsrelais	" 34/3

Signallampen:

Pos.29/1	"Aus" (Vorspannung)
" 29/12..29/14	"Aus" (Anodenspannung)
" 29/3	"Aus" (betriebsbereit), entspr. Meldung zur Warte).

Es werden jedoch mehrere Thyratrons zünden und somit die Anlage über die Gitterfernabschaltung abschalten, so dass sich die Relais Pos.42/1..42/6 und die Lampen Pos.29/6..29/11 ansprechen. Meldung zur Warte.

d) Ausfall der Anodenspannung:

Relais Pos.34/3 fällt ab, Lampen Pos.49/12..49/14 erlöschen, desgl. Lampe Pos.29/3 (Meldung zur Warte)

e) Ausfall der 380 V-Netzspannung (3 kVA-Umformer):

Lampe Pos.29/2 erlischt, Relais Pos.34/1..34/2 fallen ab und unterbrechen Lampe Pos.29/3 (Meldung zur Warte).

f) Durchzündung eines Thyratrons:

Derselbe Vorgang wie bei einem Kommutierungsversager.

g) Zündversager eines Thyratrons bei einem Kommutierungsfehler. Es kommt zu einer Kippung und die Überstromauslösung der Gitterfernabschaltung setzt die Anlage ausser Betrieb.

#### V. Schlusswort.

Die Prüfung des Gerätes 49/1 der Brenndauerüberwachung wurde in der Modellanlage des MiX vorgenommen. Dabei wurde durch Zündaussetzer die Brenndauerüberwachung ausgelöst und das Kurzschlussventil gezündet. Die Osz. Nr.1 und 2 zeigen die

29-

Strom- und Spannungsverhältnisse bei einem solchen Vorgang, und zwar Osz.Nr. 1 für  $I_g = 5 \text{ A}$  und Osz. Nr. 2 für  $I_g = 0,6 \text{ A}$ . Die obere Schleife ~~gibt~~ gibt den Ausgangsimpuls der Brenndauerüberwachung an den Klemmen 3, 4 wieder. Die mittlere Kurve stellt die gesamte Gitterspannung des Rohres Po, a2/1 dar (Messklemmen 23, 24) und die untere Schleife zeigt den Primärstrom der Zwischenwandler Pos.12/1, 12/2 (Messklemmen 44, 45). Die Kippung wurde durch Unterdrücken eines Steuerimpulses der magnetischen Steuerung eingeleitet. Man erkennt die Spitze in der Gitterspannung, die bereits  $8^\circ$  vor dem Phasenschnittpunkt zur Auslösung führt. Der Wechselrichterstrom wird dann auf das Kurzschlussventil kommutiert und der Konstantstromregler hat nach rd. 250 ms den Wechselrichter wieder auf Nennstrom hochgefahren.

Das Zusammenarbeiten mit der Gitterfernabschaltung wurde ebenfalls geprüft (s. Anweisung Gitterfernabschaltung 49/1). Die Versuche ergaben eine zufriedenstellende Arbeitsweise der Geräte, auf eingehendere Einzeluntersuchungen konnte aus Zeitmangel nicht eingegangen werden.

Die optimale Einstellung des Ansprechlöschwinkels und der Phase der Zusatzspannung kann erst an der Grossanlage vorgenommen werden.

Verzeichnis der Berichte und Labornotizen.  
-----

Bericht Inv.Nr.735 (Dipl.Ing.Hölters)  
"Gitterschutz der Wechselrichterstation" 1947.

Bericht Inv.Nr.77 (Dipl.Ing. August)  
"Die Laborausführung des Gitterschutzes der  
Wechselrichterstation" 1948.

Bericht H 203 a (GB) (Dipl.Ing.Hölters)  
"Die Brenndauerüberwachung als Messglied  
zur Stabilisierung" 1949.

Bericht H.203 b (GB) (Dipl.Ing.Hölters)  
"Untersuchung der Brenndauerüberwachung "  
(Labormuster) 1949 (Bericht z.Zt. in Arbeit).

Labor Notiz Nr..... v. (Dipl.Ing.Kühn)  
"Prüfung des Brenndauerüberwachungsgerätes  
der Grossanlage".

Bericht Nr. H 60 (GB)  
"Beschreibung und Betriebsvorschriften des  
Steuerschrankes, Wechselrichterseite" v.30.6.49.